

绿色装配式钢结构建筑体系及应用方向

汪立仁

铜陵营造有限责任公司 安徽 244000

摘要: 装配式高层钢结构住宅建设属于当前积极推广的建筑模式,装配式高层钢结构住宅适应绿色建筑可持续发展形势,可推动住宅建筑方式的行业化进步、转型及改造,缓和钢铁产量过剩的压力。

关键词: 装配式钢结构;住宅设计;研究与探索

一、引言

建筑业要改变现状、寻求高质量发展就必须融合先进的发展理念及科学技术,迈上绿色化、工业化、信息化的转型升级之路。在新形势下,大力发展装配式建筑是促进建筑业转型升级的重要举措。装配式建筑是预制部品部件在工厂提前生产,然后运至工地装配而成的建筑,按结构体系主要分钢结构、预制混凝土结构以及木结构三大结构类型。由于自然环境因素的限制,我国木材资源匮乏,装配式木结构不能被广泛推广来解决大量的人口居住问题,目前木结构主要应用于高档低层别墅。

装配式混凝土结构虽然耐久性高、可塑性强,但是其预制构件重,运输半径大,运输成本的管理费用偏高。装配式钢结构具有钢材重量轻、抗风抗震性能佳、施工周期短、建筑品质高、有效使用面积大、节能环保、经济性好等优势,与其他两种结构相比,钢材可回收再利用,更契合可持续发展的理念,是绿色建筑的代表,是天然的装配式建筑。

二、装配式钢结构建筑的优势

(一) 技术优势

钢结构建筑具有诸多混凝土无法比拟的技术优势,如良好的抗震性能、自重轻、施工速度快、工业化程度高、构件预制率高等优点,具有天然的装配优势。同等体量的建筑采用钢结构比采用混凝土结构自重轻 30% ~ 50%,这也大大降低了基础工程的造价。钢结构延性高,经过有效的结构设计,可以大大提高结构的变形能力,使得其抗震能力大大提高。钢结构还特别适用于超高层、大跨度、大悬挑、复杂造型等混凝土结构无法解决的结构形式,其应用范围要大大高于混凝土结构。

(二) 产业优势

钢结构构件是由各种型材组成,工业化程度高、加工精度高,现场组装主要采用高强螺栓连接,能确保施工的精度,为一体化外围护墙、内隔墙、装饰装修提供了方便。装配式钢结构的大力发展有利于推进供给侧结构性改革,推动钢结构产业向工业化、规模化、标准化发展,有效降低装配式钢结构的造价,提升品质。对于装配式钢结构来说,现场主要采用高强螺栓连接,现场焊接工程量少,有效缩短了施

工工期,同时降低了对工人技术水平的要求,也降低了不良天气带来的无法施工的影响。据统计,截至 2019 年底,我国钢结构构件生产线 2548 条,设计产能 5423 万吨。为装配式钢结构的大面积推广提供了有利的供应链保障。

(三) 绿色环保优势

装配式钢结构中的构件多为钢材,属于绿色环保建材,在回收和二次利用方面相比混凝土有着不可比拟的绿色环保优势。装配式钢结构建筑的钢柱、钢梁、钢支撑、连接节点、螺栓等大部分均为在工厂加工完成,所有构件运抵现场后依据设计图纸进行现场连接、装配。由于没有现场混凝土的浇筑、振捣,能够有效降低施工现场的噪声污染、粉尘污染,环保节能优势明显。

三、钢结构装配式建筑体系的技术特点

(一) 支撑体系技术

1. 钢桁架楼承板倒挂式支撑技术

可重复利用钢结构装配式住宅桁架楼承板倒挂式支撑系统(如图 1 所示),该系统结构简单,能满足大开间、灵活分割的要求,施工简单,实现了钢结构装配式住宅工程的多层同时施工,大大缩短了工期。



图 1 倒挂式支撑系统

2. PC 叠合楼板支撑三脚架

该三脚架式独立支撑施工技术,克服现有技术的不足,在一定范围内高度可调节,适用于各种建筑工程叠合楼板支撑。PC 叠合楼板支撑三脚架模型(如图 2 所示)。



图 2 PC 叠合楼板支撑三脚架模型

3. 可拆卸空调板支撑支架

可拆卸空调板支撑支架，将支架固定在钢结构的型钢钢梁上，无需在地面搭建脚手架即可实现多层楼板同时施工，进而大大缩短施工工期。该支架利用螺栓顶住钢梁的上下翼缘之间，无需在钢梁上打孔、焊接。

(二) 钢梁预制栓钉技术

钢结构工程中，栓钉属于一种高强度刚度连接的紧固件，用于各种钢结构工程中，在不同连接件中起刚性组合连接作用（如图 3 所示）。栓钉用在钢结构表面用来连接表面的混凝土层，起到增大连接面积，增加接触面抗剪强度，使钢梁与混凝土表层牢固结合、共同受力等作用。通过合理设计改变栓钉焊接方式，工厂焊接既能保证焊接精度，同时不影响模板铺设，提高施工质量，节省人力物力缩短施工工期。



图 3 钢梁预制栓钉

(三) 预制钢管柱成套技术

采用钢管柱工厂预灌注混凝土的方法解决了小截面方管柱不安全、质量不稳定、工期较长等问题（如图 4 所示）。每层可有效节约工期 1.5 天，显著提升了施工效率及施工质量。通过钢柱内部特殊结构，对预制钢管混凝土柱进行现场对接安装，并进行灌注高强灌浆料补强。与传统施工方式造成钢管柱灌浆不密实的弊病相比，该技术提高整体施工质量；能够降低施工过程造成的噪音、扬尘等不良影响；受气候条件制约小，节约项目冬施成本费用。



图 4 采用钢管柱工厂预制灌浆

(四) 钢管混凝土柱防火节点处理技术

钢管混凝土柱的防火处理组合方案：厚型防火涂料 + 加气混凝土防火板，加气混凝土防火板能够有效解决反水、潮湿问题；厚型钢结构防火涂料保温隔热性能好，耐火、耐候、防腐性能优异，粘结实，附着力强，直接喷涂和抹涂施工，施工方便快捷，干燥固化快。

四、钢结构装配式技术的应用

(一) 钢板剪力墙体系

1. 承载力高，节省用钢量

钢板混凝土构件在轴向压力作用下混凝土由于受到钢板的约束作用而处于三向受压状态，其强度得到进一步提高；而混凝土的存在还可以避免或延缓钢板过早的发生局部屈服，使得钢板的承载力得以提高。二者相结合，相互取长补短，充分发挥各自的优势。

2. 施工方便

与钢筋混凝土墙相比，钢板剪力墙省去了支模、拆模、钢筋绑扎等工序，缩短施工周期，减少对施工用地和环境的污染。钢板剪力墙施工质量不受人因因素影响，可免去抹灰工序，而且生产效率高。

(二) 钢筋桁架楼承板体系

与普通现浇混凝土楼盖相比，钢筋桁架直接在工厂自动化生产加工，取消了繁琐的支模架工程，模板工程，同时也简化了钢筋绑扎工作，因此大大地提高施工速度，缩短施工周期。其下表面平整，无需做吊顶，降低了造价。钢筋桁架楼承板整体性能好，刚度大，能够用于高烈度抗震设防区。

(三) 轻质混凝土墙体体系

轻质混凝土墙系统是根据现代框架结构住宅的特性开发的以高强防水纤维水泥板作为面板，用轻钢龙骨作为立柱，在其空腔内泵入轻质灌浆材料而形成的复合实心整体墙体，它可以定型化设计、工厂化生产，适用于装配化施工建造，符合工业化住宅的发展要求。其中高强防水纤维水泥板 100% 不含石棉及其他有害物质。轻质灌浆混凝土墙系统具

有防火、防水、保温、隔音等优良性能。该墙体的使用,彻底打破了传统的砖墙砌筑工艺,墙面的抹灰工艺,外墙的保温工艺,以及外墙脚手架工艺。

五、装配式钢结构发展的对策与建议

(一) 完善相关政策,构建技术标准体系推进

装配式钢结构建筑的发展,应以政府引导为基础,市场化运作为手段,适当推行相应的激励扶持政策,如土地供给、科技研发、资金配套、人才引进等方面给予政策倾斜,引导和鼓励企业发展装配式钢结构建筑,尤其是住宅领域。同时应健全监管机制,制定配套措施,为装配式钢结构建筑发展营造良好的市场环境。根据装配式钢结构发展现状,应加大规划、设计、生产、施工各环节的标准化建设,完善和提高技术标准体系;加大关键技术、工艺工法、配套管理方法的研发力度,提高行业整体的技术及管理水平。

(二) 提高工业化程度,降低建设成本

导致装配式钢结构建筑成本高的主要原因有两点,一是用钢量大,材料成本高,因此需对主体结构进行轻量化设计,减少整体钢材的消耗量;二是预制构件加工成本高,因此需要进行标准化设计,批量生产发挥规模优势,降低成本。由此可见,降低成本的关键是实现建设全过程的标准化,做到标准化设计、标准化生产及标准化施工,提高行业工业化程度。同时做好设计优化,加大施工阶段新工艺、新方法的

研发,充分发挥装配式钢结构建筑在提高质量、降低成本、缩短工期等方面的优势,提升整体综合效益。

六、结束语

总的来说,装配式钢结构高层住宅的系统化与标准化特点已逐渐突显,住宅设计水准获得大幅度提高。若想更进一步提高装配式钢结构高层住宅的整体质量,相关公司与管理者需和实际情况相结合,不断完善装配式钢结构高层住宅设计,不断提高住宅的舒适性、实用性及绿色环保性,促进建筑领域的可持续发展。

参考文献:

- [1]JGJ/T469-2019, 装配式钢结构住宅建筑技术标准 [S].
- [2]GB/T51129-2017, 装配式建筑评价标准 [S].
- [3]住房和城乡建设部科技与产业化发展中心. 钢结构住宅主要构件尺寸指南 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.
- [4]廖礼平. 绿色装配式建筑发展现状及策略 [J]. 企业经济, 2019,38(12):139-146.

通信作者:汪立仁,1974年10月,男,现任铜陵营造有限责任公司经理,中级工程师,本科。研究方向:钢结构及装配式建筑。